



Skattning av grundyta före gallring med hjälp av stickvägsuttag

*Using data from removal in strip-roads to estimate
stand basal area before thinning*



David Johansson

Handledare: Per-Magnus Ekö, SLU

Magnus Lindén, Södra

Sveriges lantbruksuniversitet

Examensarbete nr 224

Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap

Alnarp 2014



Skattning av grundyta före gallring med hjälp av stickvägsuttag

*Using data from removal in strip-roads to estimate
stand basal area before thinning*



David Johansson

Handledare: Per-Magnus Ekö, SLU Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap
Magnus Lindén, Södra

Examinator: Eric Agestam, SLU Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap

Sveriges lantbruksuniversitet

Examensarbete nr 224

Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap

Alnarp 2014

Examensarbete i skogshushållning ingående i
Jägmästarprogrammet SY001, SLU Kurskod EX0766, A2E, 30hp

Förord

Detta examensarbete har utförts vid Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap, Sveriges lantbruksuniversitet i Alnarp på uppdrag av Södra Skogsägarna. Arbetet omfattar 30 hp vilket motsvarar 20 veckors heltidsarbete.

Jag vill tacka min handledare på Södra Skog, Magnus Lindén samt min handledare på SLU, Per-Magnus Ekö.

Dessutom vill jag tacka skördarförarna som har gallrat försöksbestånden.

David Johansson

Umeå, februari 2014

Sammanfattning

Södras maskinentreprenörer följer i dagsläget upp utvalda bestånd med linjetaxering men i framtiden finns förhoppningar om att gallringsuppföljningen ska ske i realtid i skördardatorn. Skogforsk bedriver för närvarande ett projekt om automatisk gallringsuppföljning där Södra är delaktiga.

Studien gick ut på att utreda om beståndets grundyta före gallring kan skattas utifrån stickvägsuttaget. Skördarförarna klassade sin egen stickvägsutläggning för att få fram en bedömd slingerkoefficient. Slingerkoefficienten är en kvot som beskriver hur grundytan i stickvägarna förhåller sig till den genomsnittliga grundytan i beståndet före gallring. Vid gallring av de utvalda försöksbestånden skiljdes skördade stammar i stickvägarna från stammar uttagna från mellanzonen. För att få information om bestånden före gallring totalklavades bestånden direkt efter gallring och sedan adderades klavdata samman med data om uttagna träd. De skattade grundytorna beräknades genom att dela grundytan i stickvägarna med slingerkoefficienterna från skördarförarnas bedömningar.

Det visade sig att grundytor liksom stamantal och medeldiametrar var lägre i stickvägarna än bestånden före gallring. De skattade grundytorna var lägre än de faktiska grundytorna före gallring för alla bestånd. Som en följd av de underskattade grundytorna före gallring blev gallringsstyrkorna i stället överskattade. Med tillägg av korrigering värden hamnade både de skattade grundytorna och de skattade gallringsstyrkorna ganska nära de faktiska värdena.

Resultatet i studien tyder på att någon form av ändring i klassningssystemet måste till för att metoden ska bli användbar. Vidare studier i andra avseenden behöver dessutom göras för att säkerställa om stickvägsuttaget kan användas i praktiken för att skatta grundytan före gallring.

Nyckelord: Slingerkoefficient, stickväg, gallringsuppföljning, gallringsstyrka, skördardata

Abstract

Södras machine contractors are currently doing follow-up with strip surveying in chosen stands, but in the future it is hoped that thinning inventory should be done in real time in the harvester computer. The Forestry Research Institute of Sweden is conducting a project on automatic thinning monitoring where Södra is involved.

The present study was to investigate whether the basal area in the stand before thinning can be estimated based on what is removed from the strip-roads. The harvester operators classified their own strip-road layout to obtain a judged winding coefficient. The winding coefficient is a quota that describes how the basal area in the strip-roads relates to the average basal area in the stand before thinning. During the thinnings of the selected stands, harvested stems in the strip-roads were separated from stems withdrawal from the zone between the strip-roads. To get information about the stands before the thinnings, all the remaining trees in the stands were measured after the thinnings and the data from the measuring were added to the data on the withdrawal trees. The estimated basal areas were calculated by dividing the basal area in the strip-roads with the winding coefficients from the harvester operator's judgements.

It turned out that the basal areas as well as number of stems and mean diameter were lower in the strip-roads than the stands before thinning. The estimated basal areas were lower than the actual basal areas in all stands. As a consequence of the underestimated basal areas, the thinning grades were instead overestimated. With addition of correcting values, both the estimated basal areas and the estimated thinning grades were ending up quite close to the actual values.

The results of the study suggest that modification of any kind in the classification system may be needed to make the estimations correct. Further studies are also needed to ascertain if the withdrawal from strip-roads can be used practically to estimate the basal area before thinning.

Keywords: winding coefficient, strip-road, thinning inventory, thinning grade, harvester data

Innehållsförteckning

Förord	3
Sammanfattning.....	4
Abstract.....	5
Inledning.....	9
Bakgrund	9
Södras gallringsrekommendationer	9
Tidigare studier.....	10
Slingerkoeficient	10
Slingrande stickvägar	10
Stickvägar och tillväxtförluster	11
Mätning av stickvägsbredd.....	12
Gallringsuppföljning utifrån skördardata	12
Mål för undersökningen	12
Material och metoder.....	14
Urval av försöksbestånd	14
Utläggning av ytor.....	14
Insamling av data.....	15
Data från skördarna och bedömningar av skördarförarna	15
Mätningar utförda inom studien	16
Sammanställning av data och analys	17
Resultat	19
Klassning av stickvägsutläggningen.....	19
Gallringarnas utförande	19
Slingerkoeficienter	20
Beståndsdata före gallring och i stickvägarna	21
Diameterklassfördelningar	22
Grundytor	24
Gallringsstyrkor.....	26
Areaberäkning utifrån skördarens GPS	27
Diskussion	28
Material och metoder.....	28
Urval av försöksbestånd	28
Klassningssystemet för slingerkoefficienten	28
Osäkerhet i skördardata	29

Osäkerhet i fältdata.....	30
Jämförelse med tidigare studier.....	30
Tolkning av resultat.....	31
Skattning av grundyta och gallringsstyrka	31
Diameterfördelning i stickväg och bestånd	31
Utvärdering av klassningssystemet	32
Slutsatser.....	33
Referenser.....	34
Litteratur	34
Personlig kommunikation.....	34

Inledning

Bakgrund

Bakgrunden till undersökningen är att utreda om det finns möjlighet att skatta grundytan före gallring med hjälp av stickvägsuttaget. De erhållna värdena skall sedan kunna jämföras med Södras gallringsmallar och skötselhandbok för beståndsanpassad gallring. På så vis ska man i framtiden ha möjlighet att få en gallringsuppföljning i realtid i skördardatorn.

För närvarande är praxis att maskinentreprenörerna gör linjetaxeringar i utvalda bestånd för att följa upp utförandet av sina egna gallringar. Utöver det utförs årligen en gallringsuppföljning med cirkelytetaxering av alla gallringslag som avverkar åt Södra (Lindén 2013, pers. komm). Linjetaxeringen avviker inte mer än $\pm 10\%$ i medel för många beståndsparametrar såsom grundyta, grundyteuttag, gallringskvot (Lindström & Olbers, 2009).

Skogforsk driver just nu ett projekt som handlar om automatisk gallringsuppföljning som flera företag, bland annat Södra, deltar i. Särskild programvara har installerats i testskördare hos företagen för att stickvägsträd och träd avverkade i mellanzonen ska kunna redovisas var för sig.

Södras gallringsrekommendationer

Södras rekommendationer vid gallring är att stickvägsbredden ska hållas till cirka 4 meter och att stickvägsavståndet ska vara mellan 20 – 22 meter från vägmitt till vägmitt. Den totala stickvägsandelen bör vara under 22 %. Rekommenderade uttag i förstagallring är för gran 25 – 40 % av grundytan och för tall 25 – 35 %. De högsta uttagsprocenten lämpas för välröjda bestånd om gallringen utförs i tid. I eftersatta gallringar bör uttaget vara lågt på grund av skaderisken och dessutom bör sådana bestånd låggallras (gallringskvot $< 0,9$). I välröjda bestånd rekommenderas en likformig gallring (gallringskvot $0,9 - 1,1$) och i bestånd med grokvistiga överståndare kan höggallring (gallringskvot $> 1,1$) vara lämpligt. Gallringskvoten definieras som grundytevägd medeldiameter i uttaget genom grundytevägd medeldiameter i det kvarvarande beståndet (Anon. 2007).

För att minska skaderisken och förbättra ekonomin rekommenderar Södra att skogen inte gallras för ofta. Granbestånd ska normalt inte gallras mer än två – tre gånger. Dessutom bör ett bestånd vara färdiggallrat när övre höjd överstiger 20 – 22 meter (Anon. 2007).

Tidigare studier

Slingerkoefficient

Stendahl & Dahlin (2002) konstaterade att det behövdes en bedömning av hur täta delar av beståndet som stickvägarna går igenom, för att grundytan före gallring ska kunna skattas med hjälp av stickvägsuttaget.

Skogforsk har, med bidrag från Södra, utvecklat beslutsstödet INGVAR som ger prognoser för ett bestånds utveckling beroende på utgångsläge och gallringsprogram. Programmet är utformat för väl röjda, homogena barrskogar och ger en vägledning om hur olika gallringsprogram påverkar ett bestånd över tiden. I INGVAR finns en algoritm som beskriver grundytan i stickvägar. Den bygger på stickvägsbredd, stickvägsavstånd samt en slingerkoefficient och ger en fördelning av träd i fyra kategorier, stickvägar, 0 – 1,5 meter från stickväg, 1,5 – 3 meter från stickväg samt övriga träd (Jacobsson m.fl. 2007).

Slingerkoefficienten är grundytan i stickvägarna i förhållande till beståndets genomsnittliga grundyta före gallring (Pettersson 2013, pers. komm).

Verkligheten är ofta inte så enkel att 20 % av volymen tas ut i stickvägarna om dessa utgör 20 % av arealen (Agestam, 2009). Skogforsks gallringsförsök har visat att det blir ett mindre grundyteuttag i förhållande till stickvägsarealen. Vid en ungefärlig stickvägsandel på 20 % har i många fall cirka 15 % av beståndsgrundytan stått i stickvägarna. Det skulle i så fall motsvara en slingerkoefficient på 0,75 ($0,15/0,20 = 0,75$) (Pettersson 2013, pers. komm). I teorin skulle det, i ett bestånd som planterats med 2-metersförband, kunna vara möjligt att hugga bort var tionde trädrad (10 % av grundytan) till förmån för stickvägarna. Stickvägarna blir då 4 meter breda med 20 meters stickvägsavstånd (vägmitt till vägmitt), vilket motsvarar en vägandel på 20 % (Agestam, 2009). Slingerkoefficienten skulle alltså i ett sådant fall bli cirka 0,5.

Slingrande stickvägar

Ibland slingras stickvägarna i samband med stickvägsdragningen i förstagallringar med syftet att undvika tvingande avverkning av stammar som bör stå kvar till slutavverkningen (Dahlin, 1980). Möjligheterna till ett större selektivt urval ökar om lägre grundyta tas ur stickvägarna.

Det kan antas att träd som avverkats i stickvägar inte valts ut helt selektivt utan att de delvis kan vara ett representativt urval från beståndet före gallring. Dock kan maskinförarna välja att aktivt slingra stickvägarna något för att lämna stammar med bättre kvalitet som annars hade avverkats som vägträd (Stendahl & Dahlin, 2002). Slingrande stickvägar ger en något större stickvägsandel men positiva effekter kan ändå uppnås i lämpade bestånd, såsom ett större antal högkvalitativa stammar kvar efter gallring (Dahlin, 1980; Dahlin, 1986).

Dahlin (1980) visade att antalet huvudstammar som hamnar i stickvägar kan minska kraftigt i stickvägar som endast slingrar med maximalt en meters avvikelse i sidled från en rak medellinje jämfört med de stickvägar som går helt rakt. Ytterligare förbättring kan ske något om den maximala avvikelsen ökar, men effekten av att öka från 2,5 till 5 meters

avvikelse är marginell. Dahlin visade även att andelen avverkade huvudstammar i stickvägarna kan bli densamma, vid ett stickvägsavstånd på 25 meter, om stickvägen är rak och 3 meter bred som om stickvägen slingrar och är 5 meter bred.

I homogena bestånd där det är en liten skillnad i tillväxt och kvalitet mellan träden är vinsten minst med slingrande vägar. Även bestånd med dålig ytstruktur och bärighet samt stor lutning begränsar möjligheterna att slingra stickvägarna (Dahlin, 1980).

Prestationen för både skotare och skördare påverkas något på grund av slingringen vilket medför att avverkningskostnaderna ökar. Dels påverkas skotaren av slingrande stickvägar på det viset att skotningsarbetet blir långsammare och skördarens produktivitet påverkas av att de uttagna stammarna blir fler och klenare än vid gallring med raka stickvägar (Dahlin, 1980).

Vid slingring varierar stickvägsavståndet mer än vid raka stickvägar. Om slingring med maximalt 2,5 meters avvikelse från den raka medellinjen tillåts kan stickvägsavståndet bli upp till 5 meter längre eller kortare än medelstickvägsavståndet (Dahlin, 1980). För långt stickvägsavstånd kan leda till att delar av ett bestånd inte blir genomgallrade för att skördarens kran inte når in till mellanzonens mitt.

Stickvägar och tillväxtförluster

Bucht (1981) konstaterade att diameter- och grundytetillväxt ökar för kantträden intill stickvägar ett antal år efter gallring. Under i medeltal 9 år uppmätte han en ökning i tillväxt med 10-15 % för träden närmast stickvägarna jämfört med de träd som finns längre in i beståndet. Denna effekt verkar ha avtagit ungefär 4-6 meter från stickvägens kant. I försöken som utfördes i tallbestånd i mellersta och norra Sverige noterades en volymtillväxtförlust på i medel 8,4 %, för en 9-årsperiod efter gallring, i stickvägsgallrade bestånd jämfört med helt selektiva gallringar. Denna tillväxtförlust uppstår trots större volymtillväxt på kantträden intill stickvägarna. I försöket var stickvägsandelen i medel 15 %.

I ett gallringsförsök för gran på bördig mark i södra Sverige beräknades en volymtillväxtförlust på 4 – 5 % i försöksled med 3,5 meter breda stickvägar och med ett stickvägsavstånd på 20 meter. Med en stickvägsbredd på 5 meter och stickvägsavstånd på 20 meter beräknades tillväxtförlusten i volym bli cirka 10 % (Eriksson m.fl. 1994).

Stora stickvägsarealer leder även till mer begränsat selektivt urval.

Tillväxtförlusterna mättes upp under en 17 års observationsperiod efter gallring. Efter observationsperioden har inte grundytetillväxten påverkats av behandlingarna. I samma försök konstaterades en ökning av tillväxten närmast stickvägarna. Den positiva effekten av stickvägarna sträcker sig 3 meter från stickvägskanten (Eriksson m.fl. 1994).

När tunga maskiner körs i stickvägarna och det bildas omfattande körskador och djupa spår kan det leda till att tillväxten blir lägre närmast stickvägen i förhållande till resterande delar av beståndet. Körning och spårbildning kan, vid ett stickvägsavstånd på 20 meter och en stickvägsbredd på 4 meter, leda till en tillväxtförlust på grundytan på 5 % under de första fem åren. Även om obetydlig spårbildning sker kan vissa tillväxtförluster uppkomma

(Fries, 1976). Rotskador på träden kan även leda till angrepp av rötsvampar och därmed mer långsiktiga tillväxtförluster.

Mätning av stickvägsbredd

Ett problem som ofta återkommer i gallringsuppföljning och i skogliga mätningar är hur man ska mäta stickvägsbredden. Det finns många olika metoder, men alla är inte lämpade för att använda vid beräkning av stickvägsareal. Diggle & Knutell (1979) beskriver ett antal olika metoder. Gemensamt för de flesta metoder är att man delar upp en sträcka i mätintervall eller att man slumpar ut mätpunkter på den.

I Södras cirkelytetaxering mäts stickvägarnas bredd i den stickväg som finns närmast cirkelprovytan. Inom en tio-meterssträcka mäts avståndet mellan de träd eller andra hinder (exempelvis stora block) som är närmast stickvägen (Lindström & Olbers, 2009).

Gallringsuppföljning utifrån skördardata

Nordström m.fl. (2009) beskrev möjligheterna till gallringsuppföljning med produktionsdata från gallringsskördare med GPS. Information om avverkad areal, volymuttag, grundyteuttag, medelstam och stickvägsandel kan samlas in av skördaren under avverkning. Finns det bra information om beståndet före gallring kan gallringsstyrka och gallringskvot beräknas och således kan arbete för gallringsuppföljning i fält sparas in.

Skogforsk har genomfört ett projekt kallat; "Effektivare informationsåterföring baserat på skördardata", där de tagit fram ett förslag på ett gallringsuppföljningssystem. Systemet skapar en prognos för det kvarvarande beståndet utifrån en sammanställning av uttaget i gallringen. Med informationen kan beståndsregister uppdateras och informationen kan även användas för gallringsuppföljning. Det visade sig att beräknade beståndsuppgifter såsom grundyta, volym, grundytevägd brösthöjdsdiameter, trädslagssammansättning, övre höjd och ståndortsindex ofta stämmer väl överens med motsvarande data från manuell referensmätning. Även arealberäkningen för större objekt över 3 hektar stämmer väl överens med referensmätningen. För objekt mindre än 3 hektar fanns dock betydande avvikelser från den manuella referensmätningen (Möller m.fl. 2012).

För att kunna bestämma om skördarinsamlad data för ett bestånd går att använda för att beskriva beståndet före gallring måste man uppskatta om stickvägarna är placerade i representativa delar av beståndet samt hur stora effekterna av slingring av stickvägarna är (Stendahl & Dahlin, 2002).

Mål för undersökningen

Det huvudsakliga målet är att undersöka om beståndets grundyta före gallring kan skattas utifrån stickvägsuttaget. Om beståndet före gallring skattas på ett tillfredställande sätt kan man utifrån det totala uttaget även skatta gallringsstyrkan.

Målet är också att undersöka hur pass väl andra beståndsparametrar, som exempelvis medeldiameter och diameterklassfördelning, kan beskrivas med hjälp av uttaget i stickvägarna.

Ett ytterligare mål är att utvärdera och revidera slingerkoefficienternas respektive värden för klasserna i klassningssystemet för bedömning av stickvägarna som Södra tagit fram som förslag.

Material och metoder

Urval av försöksbestånd

Ytorna skulle läggas ut i ogallrade förstagallringsbestånd med boniteter som är genomsnittliga för skogstillståndet i södra Sverige. Bestånden skulle vara dominerade av barrträdslag och inte hålla en lövandel över 30 % av grundytan. Hänsyn fick tas till befintlig traktbank och ruttplan samt till viss del även till maskinlagens hemområden. Dessutom har tiden för datainsamling varit begränsande eftersom gallringarna skulle utföras under sommaren. Ytorna i försöket skulle helst ha en storlek på åtminstone 0,5 - 1 hektar. Större storlek ger ett bättre och säkrare resultat men samtidigt ökar arbetsinsatsen och tidsåtgång vid fälтарbetet. Bestånd med impediment, större stormluckor och liknande skulle också undvikas i största möjliga mån.

Utläggning av ytor

Sju ytor lades ut i förstagallringsbestånd i södra Sverige (Tabell 1). Fem av dessa bestånd var placerade på Södras medlemsfastigheter i Växjö och Ljungby verksamhetsområden i Kronobergs län. Två bestånd var placerade på Sveaskogs markinnehav norr om Motala i Östergötlands län. Två bestånd har gallrats utan klassning av stickvägarna, dessa bestånd bidrar med kompletterande data om bland annat faktisk slingerkoefficient, diameterklassfördelning och gallringskvot.

Tabell 1. Data om bestånden
Table 1. Stand data

Bestånd (nr)	Maskinlag	Län	Koordinater	Klassning av stickvägar	Areal (ha), manuellt uppmätt med GPS	SI (H100)	Övre höjd (m)	Brösthöjds-ålder (år)	Trädslagsfördelning efter gallring, T-G-L
1	Team Snapphane	Kronoberg	56°57' N, 13°53' O	Ja	1,1	G 36	15,4	21	0-10-0
2	Team Snapphane	Kronoberg	56°30' N, 13°30' O	Ja	1,3	G 32	15,2	27	2-8-0
3	EcoLog Borensberg	Östergötland	58°41' N, 15°10' O	Ja	0,7	T 29	13,8	26	8-2-0
4	EcoLog Borensberg	Östergötland	58°41' N, 15°10' O	Ja	1,0	T 29	15,1	26	6-4-0
5	Team Dacke	Kronoberg	56°59' N, 15°36' O	Ja	1,0	G 32	14,1	22	2-7-1
6	Team Dacke	Kronoberg	56°52' N, 15°7' O	Nej	0,5	G 30	20,9	45	1-9-0
7	Team Dacke	Kronoberg	56°52' N, 15°6' O	Nej	0,4	G 31	18,7	47	2-8-0

Ytorna avgränsades före gallring. För att inte stickvägsutläggningen skulle påverkas för mycket av ytornas utseenden avgränsades ytorna utan flikiga former och spetsiga vinklar. Maskinförarna kontaktades efter avgränsningen för att meddela var i beståndet ytan var placerad. I vissa fall har även kartor använts för att beskriva exakt var ytorna varit utplacerade.

Insamling av data

Data från skördarna och bedömningar av skördarförarna

Inför gallring av de utvalda bestånden har förarna till försöksskördarna fått instruktioner om hur den beståndsvisa klassningen av stickvägarna skulle gå till. Klassningssystemet innehåller fyra klasser och redovisas enligt det förslag från Södra som gavs inför examensarbetet (Tabell 2). Vid gallringen skulle skördarförarna klassa sin egen stickvägsutläggning. Klassningen är en bedömning av beståndstätheten i stickvägarna jämfört med beståndets genomsnitt. Varje klass i klassningssystemet motsvarar ett intervall av värden på slingerkoefficienten. Möjligheterna till att slingra stickvägarna begränsas framförallt av topografi, bärighet och blockighet. Förutom det strävar en del skördarförare efter att hugga upp raka stickvägar för att enklare hålla ett jämnt stickvägsavstånd, vilket även påverkar slingerkoefficienten. Klassernas antal och utformning skulle senare utvärderas och revideras för eventuell framtida användning.

Tabell 2. Klassningssystem för beståndsvis klassning av stickvägarna. Beskrivning av beståndsegenskaper som karaktäriserar varje klass samt vilken slingerkoefficient varje klass motsvarar

Table 2. Classification system for standwise classification of strip roads. Description of stand properties characterizing each class and corresponding winding coefficient

Klass	Beskrivning av beståndsegenskaper för respektive klass	Slinger-koefficient
1	Grundytan i stickvägarna motsvarar beståndets medelgrundyta.	0,95–1,0
2	Grundytan i stickvägarna är något lägre jämfört med beståndet som helhet. Terrängen begränsar möjligheterna till optimering av vägutläggningen men viss anpassning kan göras	0,85–0,95
3	Skoglig optimering av vägutläggningen kan göras men vissa begränsningar finns	0,75–0,85
4	Grundytan i stickvägarna är avsevärt lägre än i beståndet. Stickvägarna läggs genom glesare partier	0,65–0,75

För att skördarförarna enklare skulle förstå hur klassningen av stickvägarna skulle gå till gavs även exempel på slingerkoefficienten. Dessutom fördes en diskussion med skördarförarna om huruvida antalet klasser i systemet var rimligt.

Varje bestånd skulle klassas vid två tillfällen. Första klassningen (bedömning 1) skulle ske i ett tidigt skede under pågående gallring och maskinföraren bedömde då hur första intrycket av stickvägarnas faktiska slingring och möjligheterna till fortsatt slingring. Efter att ha gallrat cirka en halvdag skulle en revidering av klassningen göras (bedömning 2). Båda dessa bedömningar skulle sedan sparas för analys. Förutom bedömningarna av stickvägsutläggningen skulle avverkade stickvägsträd registreras. Själva gallringen skulle utföras enligt gallringsmallarna.

I testmaskinerna fanns programvara som gjorde det möjligt för förarna att markera avverkade stammar som stickvägsträd. (I praktiken är det en knapp för registrering av biobränsleanpassning som har använts för att i stället registrera om stammar varit placerade i stickvägarna eller ej.) Data om alla stammar sparades som hpr-filer (harvester production-filer). För att kunna läsa hpr-filerna har Skogforsks program hprAnalys använts. Med hjälp av det programmet har data kunnat importeras via textfiler till Excel för vidare analyser. Med data från skördarens GPS samt registrerade kranvinklar har objektets areal beräknats utifrån modeller i hprAnalys.

Mätningar utförda inom studien

Försöksytorna mättes in så kort efter gallring som möjligt eftersom gallringarna utförts under tillväxtsäsongen.

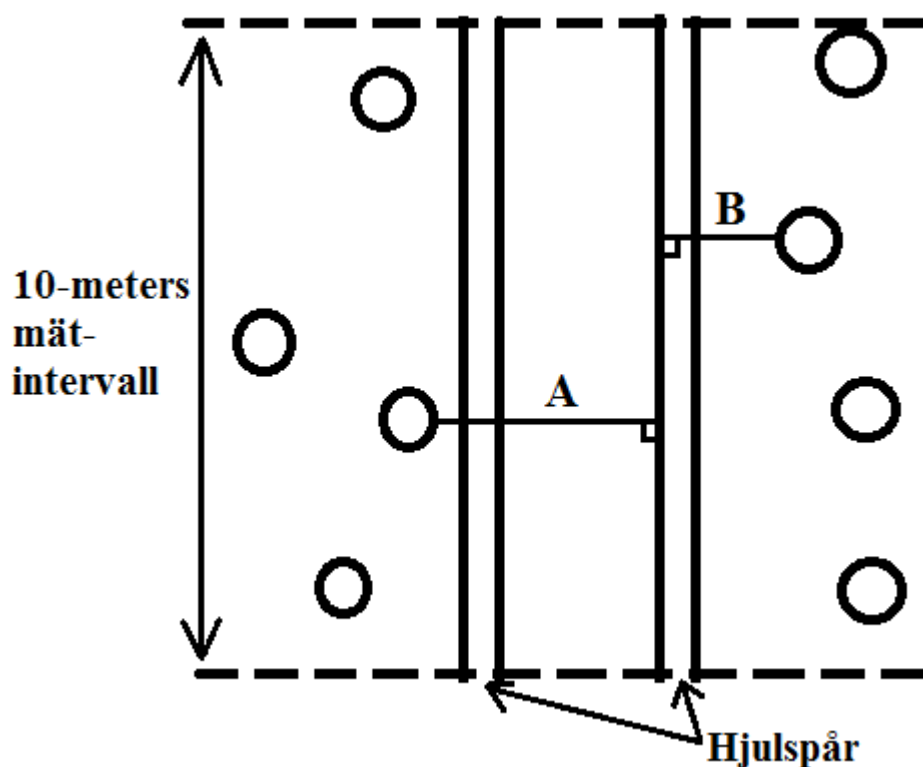
Yttergränserna på ytorna loggades med GPS:en i en handdator och sparades som shape-filer. På detta vis registrerades ytornas arealer och en jämförelse har sedan kunnat göras med den beräknade arealen från skördarens GPS. Det är arealen som är uppmätt med handdatorns GPS som har använts vid analyserna.

Alla träd på ytorna klavades i brösthöjd med dataklave. Även trädslag för varje enskilt träd registrerades.

I varje bestånd har två cirkelprovytor, med radien 10 meter, lagts ut subjektivt. Cirkelprovytorna har lagts ut i olika delar av de avgränsade ytorna för att få med eventuella variationer inom beståndet. I cirkelprovytorna har de två grövsta träden höjdmäts och borrhov har gjorts för att bestämma brösthöjdsåldern.

Längderna på alla stickvägar har mätts med trådmätare. Längdmätningen har skett i stickvägarnas mitt. Inför längdmätningen delades stickvägarna in i vägsegment och de avgränsades där stickvägarna delade sig eller där de tagit slut.

Vägbredd har mätts i de vägsegment som varit > 50 meter. En 50-meterssträcka slumpades ut och den delades upp i fem mätintervall, 10 meter vardera. I varje mätintervall mättes det vinkelräta avståndet från en av spårkanterna till de närmsta träden på varje sida om vägen och avstånden adderades samman (Figur 1) (Hannrup m.fl. 2010).



Figur 1. Översiktlig bild över ett tio-meters mätintervall. De vinkelräta avstånden A och B adderas samman och ger stickvägsbredden i mätintervallet. Stickvägsbredden för hela mätsträckan blir således medelvärde för de fem mätintervallen.

Figure 1. Overview of a ten meter measurement section. The perpendicular distances A and B are added together as an estimate of the strip road width. The strip road width of the whole measuring eas calculated as the average for the five measurement intervals.

Sammanställning av data och analys

Som en förenkling vid senare beräkningar samt jämförelser mellan skördarförarnas bedömningar och faktisk slingerkoefficient har klassmitt använts, för de klasser som är angivna i Tabell 2. Till exempel får klass 4 fått värdet 0,7 på slingerkoefficienten eftersom klassen representerar intervallet 0,65–0,75. Ibland har maskinförarna bedömt att stickvägsutläggningen hamnar mellan två klasser, till exempel mellan klass 1 och 2 vilket motsvarar värdet 0,95 på slingerkoefficienten, alltså det är värdet som ”delas” mellan klasserna (Tabell 2).

Eftersom alla träd i försöksytan har mätts av skördaren under gallring eller klavats efter gallring, kan en sammanslagning av data göras för att beskriva beståndet före gallring. Data för träden i uttaget och det kvarvarande beståndet kan adderats samman, enligt;
 Ursprungliga träd = Uttagna träd + Kvarvarande träd.

Stickvägsarealen räknades ut genom att multiplicera stickvägarnas längder med stickvägsbredderna. För att få fram stickvägsarealen för vägar kortare än 50 meter har vägens längd multiplicerats med medelvägsbredden för beståndet i helhet.

Med kunskap om stickvägsareal och uttag i stickväg beräknades uttag per hektar i stickvägarna.

Gallringskvoten definieras som den grundytavägda medeldiametern i uttaget genom den grundytavägda medeldiametern i det kvarvarande beståndet.

$$\text{Den grundytavägda medeldiametern} = \frac{\sum d^3}{\sum d^2}$$

Beståndens grundytor före gallring har skattats genom att dela grundytan i stickvägarna med klassmitten i skördarförarnas stickvägsbedömningar. Beräkningar gjorda utifrån bedömning 1 har kallats ”skattad grundyta 1” och beräkningar gjorda utifrån bedömning 2 har kallats ”skattad grundyta 2”.

Korrigerande värden har använts med syftet att skattningarna skulle hamna närmre de verkliga grundytorna. De värden som har använts i korrektionen är förhållandet mellan faktisk och bedömd slingerkoefficient.

Gallringsstyrkorna är definierade som uttagen grundyta i förhållande till grundyta före gallring.

Resultat

Klassning av stickvägsutläggningen

I Tabell 3 redovisas skördarförarnas klassningar av sin egen stickvägsutläggning för fem av sju bestånd. I många fall har skördarförarna bedömt att beståndstätheten i stickvägarna de hugger upp hamnar mellan två klasser.

För två av bestånden, 1 och 2, har skördarförarna valt att ändra sin bedömning från första klassningen. Det är samma maskinlag som har valt att revidera sin bedömning (Tabell 3).

Tabell 3. Skördarförarnas klassningar av beståndstätheten i stickvägarna i de olika bestånden.

Klassmitt för slingerkoefficienten anges inom parentes

Table 3. The harvester operators classifications of stand density in the strip roads in the different stands. Class middle values for the winding coefficient is given in parentheses

Bestånd (nr)	Maskinlag	Klassning av stickvägar	
		Bedömning 1	Bedömning 2
1	Team Snapphane	3 (0,8)	3 – 4 (0,75)
2	Team Snapphane	3 (0,8)	1 – 2 (0,95)
3	EcoLog Borensberg	1 – 2 (0,95)	1 – 2 (0,95)
4	EcoLog Borensberg	1 – 2 (0,95)	1 – 2 (0,95)
5	Team Dacke	2 – 3 (0,85)	2 – 3 (0,85)
6	Team Dacke	-	-
7	Team Dacke	-	-

Gallringarnas utförande

I bestånd 6 var medelstickvägsbredden störst, 4,91 meter, och stickvägsandelen lägst, 20 %. Medelstickvägsbredden varierade i bestånden mellan 4,3 och 4,9 meter, andelen av totala grundytan före gallring som utgjordes av stickvägsträd varierade mellan 13 % och 18 % och stickvägsandelen varierade från 20 till 27 % (Tabell 4).

Tabell 4. Stickvägsdata
Table 4. Strip road data

Bestånd (nr)	Stickvägsbredd, medel (m)	Standardavvikelse, stickvägsbredd	Andel av totala grundytan före gallring som utgörs av stickvägsträd (%)	Stickvägs- andel (%)
1	4,4	0,18	13	26
2	4,7	0,26	16	22
3	4,3	0,16	16	21
4	4,4	0,14	16	22
5	4,4	0,09	18	27
6	4,9	0,58	14	20
7	4,3	0,03	16	24

Slingerkoefficienter

I medeltal har den faktiska slingerkoefficienten varit 0,68 med spridning mellan 0,49 – 0,75 (Tabell 5). Från bedömning 1 har slingerkoefficienterna varierat mellan 0,8 – 0,95 och från bedömning 2 har slingerkoefficienterna varierat mellan 0,75 – 0,95.

Avvikelseerna från den faktiska slingerkoefficienten har varit 0,09 – 0,31 med ett medel på 0,20 för bedömning 1 och 0,19 – 0,26 med medelvärdet 0,22 för bedömning 2.

I samtliga fall har bedömningarna överskattat slingerkoefficienten (Tabell 5).

Slingerkoefficienterna från bedömning 1 har varit 1,12 – 1,63 gånger högre än de faktiska slingerkoefficienterna och medelvärdet var 1,32. Motsvarande värde för bedömning 2 har varit 1,26 – 1,53 gånger högre med ett medelvärde på 1,34 (Tabell 5).

Tabell 5. Data om faktiska och bedömda slingerkoefficienter
Table 5. Data on actual and judged winding coefficients

Bestånd (nr)	Slingerkoefficient		Avvikelse mellan faktisk och bedömd slingerkoefficient		Förhållande mellan faktisk och bedömd slingerkoefficient		
	Faktisk	Bedömning	Bedömning	Bedömning	Bedömning	Bedömning	
		1	2	1	2	1	2
1	0,49	0,8	0,75	0,31	0,26	1,63	1,53
2	0,71	0,8	0,95	0,09	0,24	1,12	1,33
3	0,75	0,95	0,95	0,20	0,20	1,26	1,26
4	0,72	0,95	0,95	0,23	0,23	1,31	1,31
5	0,66	0,85	0,85	0,19	0,19	1,28	1,28
6	0,70	-	-	-	-	-	-
7	0,68	-	-	-	-	-	-
Medel	0,68			0,20	0,22	1,32	1,34

Beståndsdata före gallring och i stickvägarna

Grundytorna före gallring har varierat mellan 20 – 34 m²/ha för de sju bestånden. I stickvägarna har variationen i grundyta varit 13 – 23 m²/ha (Tabell 6).

Före gallring har stamantalen varit 1490 – 2780 stammar/ha och i stickvägarna har det stått 1040 – 2640 stammar/ha (Tabell 6).

Den grundytevägda medeldiametern före gallring har varit 13,5 – 19,3 cm för hela bestånden och 12,0 – 16,4 cm i stickvägarna (Tabell 6).

De totala uttagens gallringskvoter har för de sju bestånden varierat mellan 0,71 – 0,86 (Tabell 6).

Värdena har varit lägre i stickvägarna än i beståndet före gallring för samtliga variabler i samtliga fall.

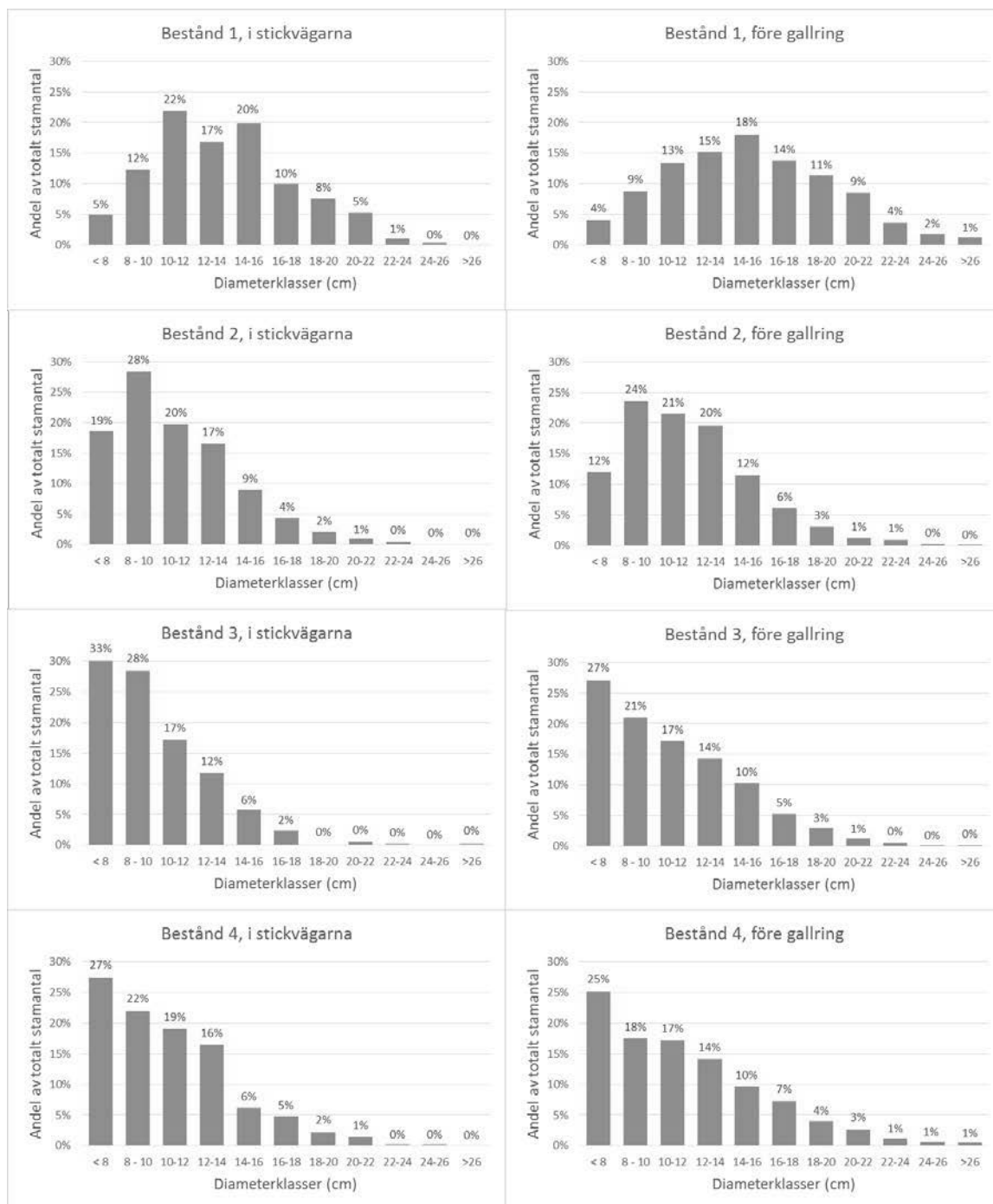
Tabell 6. Jämförelser av beståndsdata före gallring och från stickvägarna

Table 6. Comparisons of stand data before thinning and from the strip roads

Bestånd (nr)	Grundyta		Stamantal		Grundytevägd medeldiameter		Gallrings- kvot
	Före gallring (m2/ha)	I stick- vägarna (m2/ha)	Före gallring (antal/ha)	I stick- vägarna (antal/ha)	Före gallring (cm)	I stick- vägarna (cm)	
1	34	16	1690	1040	17,8	15,6	0,79
2	27	20	2290	1900	13,9	12,9	0,86
3	29	22	2780	2640	13,5	12,0	0,77
4	31	23	2590	2280	15,1	13,2	0,75
5	20	13	1710	1390	14,4	12,6	0,80
6	31	22	1640	1530	19,3	16,0	0,71
7	29	20	1490	1250	18,3	16,4	0,77

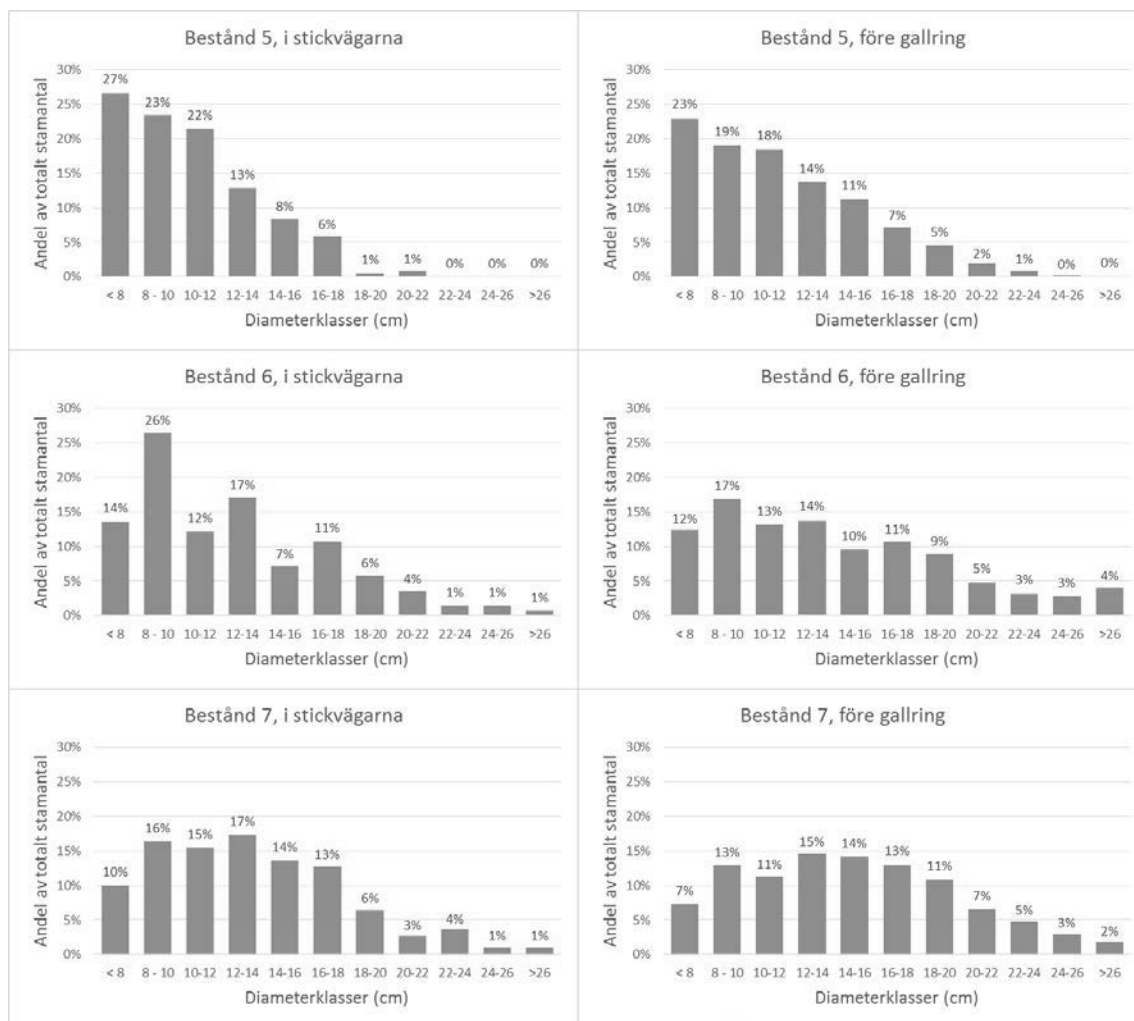
Diameterklassfördelningar

Figur 2a och 2b visar en jämförelse mellan diameterklassfördelningarna för stickvägsuttagen och bestånden före gallring. I de flesta fall är andelen träd i de lägre diameterklasserna högre för stickvägarna än för bestånden före gallring. Figurerna visar även en lägre andel träd i de högre diameterklasserna för stickvägsuttaget än för bestånden före gallring.



Figur 2 a. Diameterklassfördelning för bestånd 1 – 4 i stickvägar samt bestånden före gallring. Diameterklasserna avser diametrar i brösthöjd.

Figure 2 a. Diameter class distribution in stand no 1 – 4 in strip roads and in the stands before thinning. The diameter classes relates to diameters at breast height.



Figur 2 b. Diameterklassfördelning för bestånd 5 – 7 i stickvägar samt bestånden före gallring. Diameterklasserna avser diametrar i brösthöjd.

Figure 2 b. Diameter class distribution in stand no 5 – 7 in strip roads and in the stands before thinning. The diameter classes relates to diameters at breast height.

Grunddytor

De skattade grunddytorna före gallring har varit lägre än de faktiska grunddytorna med beräkningsunderlag från både bedömning 1 och 2 (Tabell 7).

De skattade och korrigerade grunddytorna har i medeltal beskrivit grunddytorna korrekt. Avvikelserna mellan de skattade och korrigerade grunddytorna och de faktiska grunddytorna har varierat mellan -7 och +5 m²/ha för skattning 1 och mellan -5 och +1 m²/ha för skattning 2.

För skattad och korrigerad grunddyta 2 har samtliga skattningar hamnat inom 15 % från faktisk grunddyta före gallring. För bestånd 2 – 5 har avvikelserna varit 3 – 7 %.

Tabell 7. Faktiska grundytor före gallring jämfört med skattade grundytor före gallring

Table 7. Actual basal areas before thinning compared to estimated basal areas before thinning

Bestånd (nr)	Faktisk grundyta (m ² /ha)	Bedömning 1		Bedömning 2	
		Skattad grundyta 1 (m ² /ha)	Skattad och korrigerad* grundyta 1 (m ² /ha)	Skattad grundyta 2 (m ² /ha)	Skattad och korrigerad** grundyta 2 (m ² /ha)
1	34	21	27	22	29
2	27	24	32	21	28
3	29	23	30	23	31
4	31	24	31	24	32
5	20	16	21	16	21

* korrektionsvärde 1,32

** korrektionsvärde 1,34

Gallringsstyrkor

De uppmätta gallringsstyrkorna för bestånd 1-5 har varierat mellan 23 – 40 % (Tabell 8).

Skattad gallringsstyrka 1 och 2 har varit högre än de uppmätta gallringsstyrkorna för alla fem bestånden (Tabell 8).

Avvikelse mellan skattad och korregerad gallringsstyrka 1 och uppmätt gallringsstyrka har varierat mellan -4 och +5 procentenheter. För skattad och korregerad gallringsstyrka 2 är motsvarande avvikelse gentemot de uppmätta gallringsstyrkorna -3 till +3 procentenheter.

Tabell 8. De uppmätta gallringsstyrkorna jämfört med skattade gallringsstyrkor utifrån känt uttag och de grundytor som redovisats i Tabell 7

Table 8. The measured thinning grades compared to thinning grades estimated by known harvest and the basal areas presented in Table 7

Bestånd (nr)	Uppmätt gallrings- styrka (%)	Bedömning 1		Bedömning 2	
		Skattad gallringsstyrka 1 (%)	Skattad och korregerad gallringsstyrka 1 (%)	Skattad gallringsstyrka 2 (%)	Skattad och korregerad gallringsstyrka 2 (%)
1	23	37	28	35	26
2	30	34	26	41	30
3	40	50	38	50	37
4	36	48	36	48	35
5	33	43	33	43	32

Areaberäkning utifrån skördarens GPS

Beståndens arealer utifrån skördarens positioner och kranvinklar har i fyra fall av sju beräknats vara högre än referensmätningen med GPS:en i en handdator (Tabell 9). För tre bestånd har arealmätningen varit 8 – 9 % högre för skördarmätningen än referensmätningen och för ett bestånd har skördarmätningen varit 30 % högre än referensmätningen.

I ett av fallen har arealen visat sig vara 8 % lägre för skördarmätningen och i två fall har arealen visat sig vara densamma för båda typerna av arealmätning (Tabell 9).

Tabell 9. En jämförelse mellan areaberäkning utifrån skördarens positioner och arealen inmätt med GPS:en i en handdator

Table 9. A comparison of area calculation based on the harvester's positions and the area measured with the GPS in a handheld computer

Bestånd (nr)	Areal (ha) beräknat utifrån skördarens GPS	Areal (ha) referensmätt med GPS i handdator	Avvikelse mellan skördarmätning och referensmätning (%)
1	1,2	1,1	8
2	1,2	1,3*	– 8
3	1,0	0,7	30
4	1,1	1,0	9
5	1,1	1,0	9
6	0,5	0,5	0
7	0,4	0,4	0

* medelvärde av två arealmätningar (1,2 och 1,4 hektar)

Diskussion

Material och metoder

Urval av försöksbestånd

Det dominerande trädslaget varierade i materialet (Tabell 1). Det hade varit lämpligare att avgränsa studien med avseende på dominerande trädslag och bonitet eftersom datamängden är relativt liten. Beståndsurvalet påverkades av befintliga traktbanker och ruttplaner samt testmaskinernas hemområden och tidsplanen för fältarbetet.

Klassningssystemet för slingerkoefficienten

Slingerkoefficienten är ett relativt nytt begrepp och ingen av skördarförarna i studien hade tidigare hört talas om det.

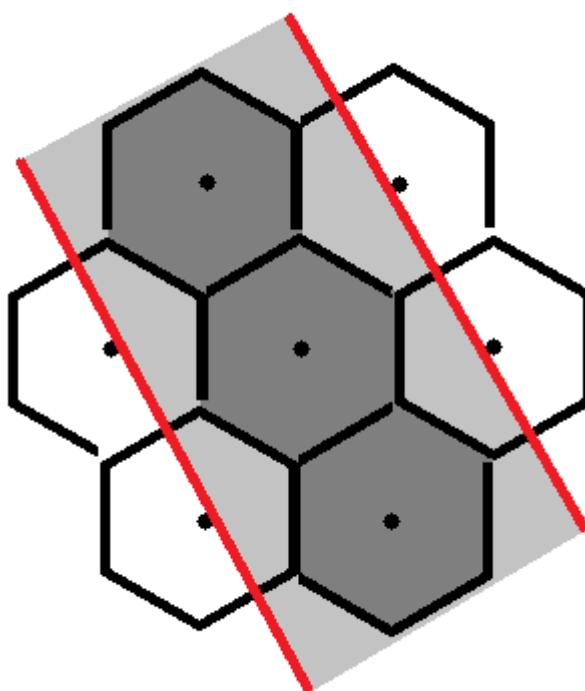
Varje stickvägsklass i klassningssystemet motsvarar ett intervall för slingerkoefficienten eftersom det ansågs vara för svårt att göra en specifik bedömning.

Det faktum att skördarförarna har bedömt att stickvägarnas slingerkoefficienter motsvarat värden mellan två klasser borde tala för att det är lämpligt med ett större antal möjliga klasser.

En jämförelse mellan den första och den reviderade bedömningen skulle kunna avgöra hur bra skördarförarna klarar av att bedöma stickvägsutläggningen i ett tidigt skede jämfört med när de får mer tid på sig. Ju tidigare en bra bedömning kan utföras desto tidigare skede i en gallring skulle en uppföljning i realtid kunna bli möjlig. Skördarförarnas justeringar i klassningarna från bedömning 1 till bedömning 2 resulterade i en mer likvärdig avvikelse mellan faktisk och bedömd slingerkoefficient (Tabell 5). Likvärdiga avvikelser mellan faktisk och bedömd slingerkoefficient för de olika bestånden gör det enklare att revidera klassningssystemet och skattningarna blir över lag mer precisa vid tillägg av korrigerande värden.

Det är oklart huruvida skördarförarna bedömer sin stickvägsutläggning utifrån hur mycket de tycker att topografi, bärighet och blockighet begränsar en optimal stickvägsutläggning eller om de beräknar andel av uttaget som görs i stickvägarna förhållande till stickvägsarealen utifrån uppskattade grundtytor för de olika delarna. Vidare studier kan behövas för att ta reda på vilken av bedömningsmetoderna som är effektivast och säkrast. Det hade också varit intressant att ta reda på hur väl slingerkoefficienten korrelerar med bärighet, ytstruktur och lutning.

Något som kan ha ställt till det för skördarförarnas bedömningar är att de kanske inte riktigt tänker på att stickvägsarealen även tar upp en hel del utrymme kring de träd som står närmast stickvägarna. På så vis kan ögat ibland luras att grundytan är densamma i stickvägarna som i beståndet, alltså en slingerkoefficient på 1,0. I själva verket kanske slingerkoefficienten är närmre 0,5 eftersom stora delar av kanträdens utrymme tas upp av stickvägarna (Figur 3).



Figur 3. Schematisk bild över stickvägsarealen vid tillfälle då en träd rad huggits bort (punkterna i de mörkgrå fälten föreställer stickvägsträd). Området mellan de parallella strecken föreställer ett segment av en stickväg. Punkterna beskriver trädstammarnas positioner och hexagonerna symboliserar medelstorleken för de ytor som varje stam upptar. När en stickväg huggs upp är det inte bara ytorna just kring stickvägsträden som räknas in i stickvägsarealen utan även delar av ytorna kring kanträderna. *Figure 3. Schematic illustration of the strip road area at a time when a tree line are harvested (points in the grey fields represent the strip road trees). The area between the parallel lines represents a segment of a strip road. Points describe the tree stem positions and hexagons symbolizes the mean size of the areas that each stem occupies. When a strip road is harvested, it is not only the areas around the strip road trees that are included in the strip road area but also parts of the space around the edge trees.*

Osäkerhet i skördardata

Att markera stammar som stickvägsträd är inget som vanligtvis tillhör arbetsrutinen för skördarförarna i försöket, därför kan det vara en potentiell felkälla i skördardata att föraren kan ha missat att registrera en del stammar som stickvägsträd. Dessutom kan föraren ha markerat stammar som stickvägsträd trots att de varit uttagna från mellanzonen.

Osäkerhet i fältdata

Eftersom cirkelprovyterna lades ut subjektivt finns en risk att de inte hamnat i helt representativa delar av försöksytorna trots att det var tanken. Dessutom har alltid två cirkelprovytor lagts ut oberoende av beståndens storlek. Fler cirkelprovytor borde kanske ha lagts ut i de bestånd med större arealer.

I något enstaka fall tycktes loggningen av polygonerna i handdatorns GPS inta ett mer sicksack-artat mönster än vad verkligheten visade (Tabell 9). Medelvärde av två arealmätningar av beståndet fick därför motsvara den areal som sedan användes i beräkningarna. Man kan anta att GPS-positionen avviker lika mycket åt båda håll från den verkliga ytterkanten av försöksytorna vid loggningen av polygonerna och att polygonernas arealer därför blir nära de verkliga arealerna.

Längdmätning av stickvägarna gjordes med trådmätare istället för GPS eftersom det finns en risk att längderna påverkas av att GPS-loggningen avviker från stickvägscentrum.

Det finns många olika metoder för att mäta stickvägsbredd. Metoden som valdes var relativt enkel att utföra och påminner dessutom om hur Södra mäter stickvägsbredden vid sina gallringsuppföljningar med cirkelytetaxering.

Samtliga variabler i Tabell 6 var lägre i stickvägarna än bestånden före gallring. Det beror troligtvis på att stickvägarna slingrats men skulle också kunna vara till följd av en systematisk felmatning som uppstått om inte areal mätts korrekt.

Jämförelse med tidigare studier

Stendahl & Dahlin (2002) ansåg att bedömningar av stickvägarnas placering i beståndet samt graden av slingring behövs för att kunna beskriva ett bestånd före gallring. Den beståndsvisa stickvägsklassningen och slingerkoefficienten är potentiella hjälpmedel för att kunna skatta åtminstone grundytan i ett bestånd före gallring.

Skogforsk har i många fall uppmätt en slingerkoefficient på runt 0,75 i sina gallringsförsök (Pettersson 2013, pers. komm). Den siffran kan jämföras med ett medelvärde för den faktiska slingerkoefficienten på 0,68 för de sju försöksbestånden i denna studie (Tabell 5).

Diameterfördelningarna i Figur 2a och 2b tyder på att ett antagande om att de avverkade stickvägsträden kan representera beståndet före gallring är tveksamt. I de flesta fall är alla diameterklasser före gallring även representerade i stickvägsuttaget. Dock innehåller stickvägsuttaget en större andel av de klenare diameterklasserna och en lägre andel av de grövre diameterklasserna än i bestånden före gallring. Detta är troligtvis en följd av skördarförarnas vilja att slingra stickvägarna för att undvika tvingande avverkning av grövre stammar. Dahlin (1980) har visat att andelen huvudstammar som hamnar i stickvägarna minskar kraftigt vid slingring.

Det visade sig att bestånd 1, 5 och 7 hade störst stickvägsandel (Tabell 4) samtidigt som de hade de lägsta slingerkoefficienterna utav de sju bestånden (Tabell 5). Dahlin (1980, 1986) konstaterade att slingrande stickvägar ger en större stickvägsandel, men att positiva effekter av slingringen ändå kan uppnås.

Lindström & Olbers (2009) konstaterade att linjetaxeringen som Södras skördarförare gör som egenuppföljning brukar hamna inom ± 10 % från cirkelprovyternas resultat för många beståndsparmetrar som exempelvis grundyta. I denna undersökning har fyra av fem av de skattade och korregerade grundytorna utifrån bedömning 2 hamnat inom 7 % från den faktiska grundytan före gallring. Alla de skattade och korregerade grundytorna utifrån bedömning 2 hamnade inom 15 % från det faktiska värdet.

Arealmätningen med skördaren har i de flesta fall hamnat inom 10 % från referensmätningen men har även i ett fall hamnat 30 % över referensvärdet. Möller m.fl. (2012) konstaterade att skördarens arealmätning är osäker för mindre objekt (< 3 ha).

Tolkning av resultat

Skattningar utifrån stickvägsuttag

Skattningarna av grundyta var kraftigt underskattade. Med korregerande värden hamnade skattningarna dock betydligt närmre de faktiska grundytorna.

Som en följd av underskattade grundytor har skattning av gallringsstyrka utan korregerande värden lett till överskattningar i samtliga fall för både bedömning 1 och 2. I de flesta fallen har överskattningarna dessutom varit ganska stora.

De skattade och korregerade gallringsstyrkorna blev bättre efter bedömning 2 än bedömning 1 (Tabell 8) och avviker med ± 3 % från den uppmätta gallringsstyrkan.

Diameterfördelning i stickväg och bestånd

De grundytevägda medeldiametrarna i stickvägarna har varit lägre än i beståndet före gallring i samtliga fall (Tabell 6), vilket tyder på att skördarförarna slingrar stickvägarna för att undvika tvingande avverkning av grövre stammar.

Stamantalen i stickvägarna har i samtliga fall varit lägre än i bestånden före gallring (Tabell 6). Även det kan vara tecken på att skördarförarna försöker slingra stickvägarna för att kunna göra ett större selektivt urval i mellanzonen. Det är dessutom en följd av att stickvägsarealen innefattar delar av tomrummet kring kanträden (vad som beskrivs i Figur 3). Detta bör vara i åtanke då jämförelser görs mellan stamantal före gallring och stamantal i stickvägarna.

Utvärdering av klassningssystemet

Om klassningssystemet ska användas i praktiken bör någon form av förändring göras för att undvika dessa överskattningar. Tre förslag:

- Tillägg av korrigeringar värden för att justera slingerkoefficientens nivå.
- Förändring av klassningssystemet.
- Utbilda skördarförarna i att bedöma stickvägsutläggningen.

Det behövs en betydligt större studie för att ett införande av en generell korrigering ska vara befogad.

En justering av slingerkoefficienternas värden för respektive klass i klassningssystemet kan även kombineras med ett utökat antal klasser. Utifrån resultatet i denna studie bör slingerkoefficienternas värden för varje klass justeras med värdet för avvikelser mellan faktisk och bedömd slingerkoefficient (Tabell 5), det vill säga cirka 0,2. Studier med större datamängd bör dock göras för att konstatera att slingerkoefficienterna då hamnar på rätt nivå.

Beskrivningarna av beståndsegenskaperna för de olika klasserna bör även omarbetas och tydliggöras. Bedömningar av variabelernas luckighet, bärighet, ytstruktur och lutning skulle kunna registreras för att på ett bättre sätt beskriva hur typbestånden inom varje klass kan se ut. Någon typ av mall konstruerad utifrån de tidigare nämnda variabelerna skulle kunna fungera som ett stöd vid klassning av stickvägarna. Det bör i så fall arbetas fram i samarbete med skördarförare och med ett större antal försöksbestånd till grund.

Utbildning av skördarförarna för att förbättra deras förmåga att bedöma stickvägarnas grundyta i förhållande till beståndet i helhet är även något som skulle förbättra metoden. Denna åtgärd skulle kunna göras i kombination med justering av slingerkoefficienternas värden för respektive klass.

Begreppet slingerkoefficient kan vara förvirrande. Skördarförare som inte strävar efter att slingra stickvägarna kan tro att slingerkoefficienten per automatik blir 1,0 bara de hugger upp raka stickvägar. Så är inte fallet, därför bör övervägande göras om koefficienten i stället ska kallas för stickvägskoefficient för att tydliggöra att den beskriver stickvägarnas grundyta i förhållande till beståndet i helhet även om stickvägar inte slingras.

Vid implementering av en gallringsuppföljningsmetod utifrån stickvägsuttaget kan information om stickvägsarealen vara önskvärt. Stickvägslängderna bör vara enkla att logga i skördarens GPS men stickvägsbredden kan vara svårare att registrera. Inmatning av ett fast värde för stickvägsbredden kan vara ett alternativ. Det skulle till exempel kunna vara medelvärde för stickvägsbredden för den aktuella maskinen och föraren.

Slutsatser

- Skattningarna av beståndens grundytor före gallring har i samtliga fall gett för låga värden och därmed har de skattade gallringsstyrkorna blivit för höga
- Resultatet i denna studie tyder på att någon form av ändring i klassningssystemet kan behöva göras för att metoden ska bli användningsbar
- I det nuvarande skicket kan stickvägsuttaget inte användas till att skatta grundytan före gallring i praktiken utan vidare studier behövs för att göra det möjligt
- Begreppet ”slingerkoefficient” är mycket missvisande då värdet kan bli betydligt lägre än 1 även om stickvägarna inte slingras alls. Ett bättre namn för begreppet skulle vara ”relativ grundyta i stickväg”.

Referenser

Litteratur

- Agestam, E. (2009). Gallring - Skogsskötselserien. Skogsstyrelsens förlag.
- Anon. (2007). Skogsskötselhandbok. Södra Skogsägarna.
- Bucht, S (1981). Effekten av några olika gallringsmönster på beståndsutvecklingen i tallskog. Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för skogsskötsel. Rapport nr 4.
- Dahlin, B. (1980). Slingrande stickvägar i förstagallringar. Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för skogsteknik. Rapport nr 136.
- Dahlin, B. (1986). Slingrande stickvägar. I: Knutell, H. Tänk till i gallringsfrågan! Nya tankar kring stickvägar, skador och teknik i gallring. Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för skogsteknik. Uppsatser och Resultat nr 52, 33-41.
- Diggle, P. J. & Knutell, H. (1979). ”Kniggle” - en ny metod för skattning av stickvägsbredd. Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för skogsteknik. Rapport nr 125.
- Eriksson, H., Johansson, U. & Karlsson, K. (1994). Effekter av stickvägsbredd och gallringsform på beståndsutvecklingen i ett försök i granskog. Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för skogsproduktion. Rapport nr 38.
- Fries, J. (1976). Körskadorna och produktionsförluster. Skogshögskolan. Institutionen för skogsproduktion. Rapporter och Uppsatser nr 40.
- Hannrup, B., Möller, J.J., Bhuiyan, N. (2010). Manuell datainsamling i projektet ”Effektivare informationsåterföring baserat på skördardata”. Skogforsk. Opublicerat manuskript.
- Jacobsson, S., Pettersson, F. & Sikström, U. (2007). Ett interaktivt beslutsstöd för gallring. Skogforsk. Slutrapport. Stencil.
- Lindström, F. & Olbers, A. (2009). Analys av linjetaxering i samband med gallringsinventering med avseende på kvalitet, tillförlitlighet och framtida utformning. Sveriges Lantbruksuniversitet. Skogsmästarskolan. Examensarbete nr 19.
- Möller, J. J., Bhuiyan, N. & Hannrup, B. (2012). Gallringsuppföljning med skördardata. Skogforsk. Resultat nr 1.
- Nordström, M. Möller, J. J. Larsson, W. & Arlinger, J. (2009). Skördardata ger värdefull information om skogen. Skogforsk. Resultat nr 10.
- Stendahl, J. & Dahlin, B. (2002). Possibilities for Harvester-based Forest Inventory in Thinnings. Scandinavian Journal of Forest Research. 17:6, 548-555.

Personlig kommunikation

- Pettersson, F. (2013). Forskare, Skötsel & miljö, Skogforsk. Uppsala. (2013-09-03)
- Lindén, M. (2013). Skogsbruksutvecklare, Södra Skog. Växjö. (2013-12-13)